Actes des 5èmes rencontres scientifiques et techniques

Organisation :

Asters
Conservatoire d'espaces naturels Haute-Savoie

En partenariat avec :

ONEMA irstea

27 & 28 novembre 2014

IRSTEA
Le Tholonet
(Bouches-du-Rhône - 13)

Financeurs :

agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse

Région Provence Alpes Côte d'Azur

haute savoie Conseil Général

EDF

FONDATION DE FRANCE

Sommaire

Jeudi 27 novembre p. 3
- Allocutions d'ouverture p. 3
- Session 1 : Equipement des lacs d'altitude et données haute fréquence : les réseaux en action p. 4
- Session 2 : Les outils communs du réseau ''Lacs sentinelles'' p. 9
- Session 3 : Contaminants organiques et métalliques p. 11

Vendredi 28 novembre p. 12
- Session 3 : Contaminants organiques et métalliques (suites) p. 12
- Session 4 : Changements globaux versus changements locaux p. 13
- Perspectives du réseau Lacs sentinelles p. 15
- Session 5 : Fonctionnement physico-chimique des lacs d'altitude p. 17
- Clôture des rencontres p. 19

Annexes p. 20
- Programme du séminaire
- Liste des participants
- Diaporamas/présentations des intervenants

Contact :

Carole Birck
Asters, Conservatoire d'espaces naturels de Haute-Savoie
Coordination du réseau ''Lacs sentinelles''
84 route du Viéran - P.A.E de Pré-Mairy
74370 Pringy

04 50 66 92 53
carole.birck@asters.asso.fr

Jeudi 27 novembre

13h00-13h30 **Accueil**
13H30-14H00 **Allocutions d'ouverture**

Jean-Marc Baudouin, Directeur du Pôle Onema-Irstea "Hydro-écologie des Plans d'eau"

Ces rencontres sont exemplaires en termes de rassemblement et de synergies entre structures variées.
L'ONEMA devrait être en mesure de rejoindre officiellement le GIS en 2015.
Cette initiative pourrait avoir toute sa place au sein de la future Agence Française pour la Biodiversité.

Frank Horon

Après une brève présentation d'Asters, Frank réaffirme la fierté d'Asters de porter ce réseau dont les retours sont très positifs avec une montée en puissance cette année. L'équilibre financier est à rechercher continuellement pour Asters qui doit fournir un gros travail d'animation du réseau. Il remercie également tous les membres et partenaires pour leur implication dans le réseau.
Frank fait un point sur les membres du GIS, qui compte à ce jour 10 membres, bientôt 14 avec les Parcs Nationaux de France, le Parc National des Pyrénées, le laboratoire Géode (Université Toulouse II – Le Mirail) et le laboratoire Chonoenvironnement (Université de Franche-Comté).
Frank resouligne l'annonce positive de l'ONEMA de devenir signataire en 2015.
Une vingtaine de lacs font partie désormais de l'observatoire des lacs d'altitude.
Asters n'aurait pu accomplir les actions du réseau en 2014 sans le soutien financier de l'Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée-Corse (AERMC), du Conseil Régional Provence-Alpes-Côte d'Azur (CR PACA), d'EDF-UP Alpes, du Conseil Général de Haute-Savoie (CG74) et de la Fondation de France et bien entendu sans l'implication des membres et partenaires du réseau par leurs cotisations et le travail déployé sur le terrain.
Les lacs représentent un enjeu patrimonial fort, notamment pour les populations locales ; un enjeu également pour les gestionnaires autour de la connaissance et de la compréhension de ces milieux. Le réseau devra permettre de donner des axes de gestion et voir sur quels types de forçages il est possible d'influer.

Frank et Jean-Marc remercient la Direction scientifique et technique de l'ONEMA pour le soutien financier qu'elle apporte pour l'organisation de ces rencontres.

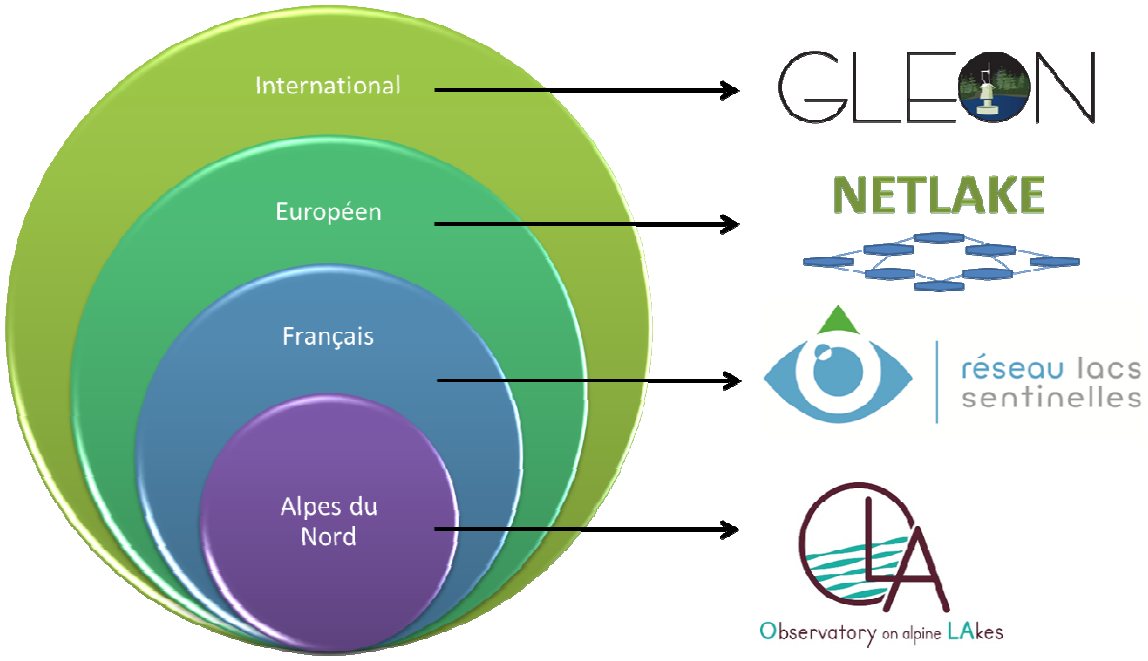
Carole Birck

Quelques modifications dans le programme des deux jours sont annoncées par rapport au programme prévisionnel avec les absences de Cécile Pignol, Didier Galop et Simon Belle.

Session 1 : Equipement des lacs d'altitude et données haute fréquence : les réseaux en action

14H00 – 14H20 : Tour d'horizon des réseaux d'échanges sur les lacs d'altitude

Carole Birck (Asters, CEN74), Marie-Elodie Perga (CARRTEL, INRA Thonon-les-Bains)



GLEON (Global Lake Ecological Observatory Network)

Le GLEON est un réseau international de scientifiques impliqués à titre individuel.

L'objectif est de collecter un maximum de données haute-fréquence, de les mettre en commun et de décrire des tendances générales au niveau mondial. Chaque membre est co-opté (parrainage).

Ce réseau est intéressant à connaître mais n'a peut-être pas de valeur pour le GIS pour le moment si ce n'est l'utilisation et l'appropriation des outils informatiques créés pour standardiser les données. Rosalie Bruel (INRA) a déjà réalisé des tutoriels pour utiliser les deux outils créés : B3 et Data standardizer. Ils seront diffusés dans le réseau LS (réseau Lacs sentinelles). Si besoin, il sera possible à l'avenir de proposer une question ou un atelier spécifique sur les lacs d'altitude.

NETLAKE (Networking Lake Observatories in Europe)

Avec un objectif plus opérationnel et regroupant des membres très variés, le réseau a pour objectif de développer les capteurs haute-fréquence pour améliorer la gestion des plans d'eau.

Ce réseau comporte 2 à 4 représentants nationaux. Marie-Elodie Perga y représente la France, un siège est encore disponible, pourquoi pas l'ONEMA comme cette dernière le suggère.

Le réseau LS pourrait bénéficier des formations et outils créés par Netlake.

Les lacs d'Anterne et de la Muzelle sont intégrés au réseau NETLAKE du fait de leur équipement en capteurs haute-fréquence. Des posters-types par lac ont été créés.

Une réunion du réseau est prévue à Evian en juillet 2015, le réseau LS pourrait profiter de ce rendez-vous en France pour y participer.

Réseau Lacs sentinelles

L'observatoire des lacs d'altitude, avec ses protocoles communs, produit à la fois des données ponctuelles et des données haute-fréquence. A notre connaissance, seul ce réseau s'intéresse spécifiquement aux lacs d'altitude.

SOERE OLA

Ce système d'observation regroupe 5 laboratoires de limnologie nationaux et s'attache essentiellement à l'étude des grands lacs alpins par la production de données ponctuelles fréquentes et sur le long terme.

Ce réseau va fournir pour le réseau LS un outil de stockage des données brutes et propose le prêt de matériel pour l'échantillonnage des lacs d'altitude.

Discussion

Le Réseau DCE (Directive Cadre sur l'Eau) de contrôle et de surveillance des lacs français n'a pas été présenté ici, il propose également des protocoles standardisés de suivis biologiques et physico-chimiques sur le long terme pour retracer l'évolution des écosystèmes face aux pressions anthropiques. Ce réseau comporte une partie rapportage pour la Commission Européenne mais surtout de l'acquisition de connaissances.

Le Réseau de Contrôle Opérationnel (RCO) piloté par le Ministère chargé de l'environnement s'attache au suivi des lacs qui ont fait l'objet de mesures de restauration. Les méthodologies ne sont pas encore toutes définies.

Des réunions au niveau national entre les équipes de recherches sur les milieux lacustres pourraient être envisagées.

Sur l'échange de données, ne pas oublier le SANDRE qui a beaucoup travaillé sur la normalisation des données.

14H20 – 14H40 : Réseau thermique lacustre : synthèse de la phase de test

Delphine Rebière (Pôle Plan d'eau, ONEMA/IRSTEA Aix-en-Provence)

***Résumé** : Une présentation des données de températures sur les trois lacs d'altitudes suivis, à savoir Malrif, Pavé et Lauzanier, fera l'objet de la première partie.*

Dans une seconde partie, un bilan des solutions de mouillage sera exposé. Cela permettra d'optimiser ces solutions au regard de (i) la robustesse et des points de faiblesses des matériaux, (ii) la quantification de la dérive instrumentale et (ii) la vérification de la faisabilité logistique des interventions (décharge des données sur site, temps de mise en œuvre…).

De plus, ce bilan est l'occasion d'optimiser l'intervalle d'enregistrement et le nombre de sondes à installer afin de préparer le développement du réseau à l'échelle nationale. Pour cela, des analyses de sensibilité vont être conduites sur des variables décrivant les caractéristiques du fonctionnement thermodynamique des plans d'eau, faisant l'objet de modélisation empirique dont les capacités prédictives dépendent de la précision des données de calibration potentiellement mesurées par le réseau de suivi pérenne.

Pour la phase de test des mouillages, 9 lacs ont été étudiés afin de connaitre les pas de temps et d'espacement optimaux.

Discussion

Des variations interannuelles peuvent être importantes, au moins 3 à 5 ans de données sont nécessaires pour donner des tendances.

L'ONEMA a pour projet, en 2015, d'équiper en thermistors des tributaires de certains lacs pour voir les brassages de température qui y sont liés.

Pour résoudre les problèmes de niveau d'eau (marnage), une chaîne avec des capteurs de pression est rajoutée.

Des questionnements sur les résultats trouvés au Lac Pavé (PNE) : on observe des amplitudes thermiques de 3 à 6 °C.

Le fait de multiplier les profils de sonde dans l'année ne suffirait pas à calibrer les positions idéales des thermistors le long de la chaîne. Il serait en réalité nécessaire de mettre des thermistors tous les mètres.

L'installation de 2 thermistors (fond et surface) permet de connaître les changements de températures de l'épilimnion et de l'hypolimnion mais ne renseigne pas sur la thermocline.

Une typologie pourrait-elle être faite pour réduire le nombre de thermistors par lac ? Cette question sera soumise au conseil scientifique du GIS.

L'ONEMA propose de prêter des sondes pour des années tests afin de définir la typologie de certains lacs.

14H40 - 15H00 : Traitement de données issues de monitoring haute-fréquence : apports sur la compréhension des dynamiques lacustres - Exemple du Lac d'Anterne (Réserve naturelle nationale de Sixt-Passy, 74)

Rosalie Bruel (EDYTEM, Asters)

Le monitoring haute-fréquence a notamment été conçu pour équiper des sites dont l'accès est complexe. Les données recueillies peuvent l'être selon des pas de temps très différents : 2 fois par jour pour la prise de vue du bassin versant d'Anterne ou 4 fois par heure pour des données de température dans le lac.
Un contrôle qualité des datas loggers est à effectuer régulièrement car on observe une dérive de certains capteurs. Pour cela, l'utilisation des 2 outils du GLEON, data standardizer et B3, semblent les plus appropriés.
Ces monitorings demandent de penser en amont l'archivage des données.
Ce site atelier montre des phases de réoxygénation du lac après des événements extrêmes ce qui n'est pas le cas au lac de la Muzelle.

Discussion

Les équipements installés pour répondre à une question scientifique précise ont été maintenus en place et continuent d'être contrôlés par l'Edytem et Asters. Aucun problème de vandalisme n'a été rencontré à ce jour, seule un câble avait été endommagé par un mouton. Les capteurs installés dans les tributaires le sont dans un tube PVC pour éviter les chocs et la prise en glace ; l'accumulation de sédiments a pu parfois gêner les capteurs. Les équipements sont très peu visibles pour les randonneurs (contre-bas du sentier).
Ce site renforce l'idée qu'il faut équiper des tributaires avec des thermistors pour voir leur influence sur les plans d'eau.
Il paraît également important d'équiper de stations météo les lacs suivis avec tous les problèmes que cela comporte sous ces climats extrêmes.
Le jeu de données acquis pourrait permettre de faire de la modélisation, d'autant plus que ces données ne sont pas exploitées car Rosalie a passé 5 mois à nettoyer simplement les données. A soumettre au conseil scientifique.

Le site de la Muzelle constitue également un site atelier mais plus orienté sur des questions écologiques que sédimentologiques et plus centré sur le lac que l'apport du bassin versant.

15h00-16h00 : table ronde : échanges et retours d'expérience sur la mise en place du protocole de l'observatoire des Lacs d'altitude

(Asters, Parc National des Ecrins, Parc National du Mercantour, Parc National de la Vanoise, Centre d'Ingénierie Hydraulique)

Une présentation des protocoles communs constitués de paramètres obligatoires et d'autres optionnels a été faite en rappelant que tous les membres du réseau avaient assisté à une journée de formation à l'utilisation du matériel d'échantillonnage et de mesures. Les acquéreurs de sondes multiparamètres bénéficient également d'une journée de mise en route du matériel avec le fournisseur.
La difficulté réside dans le fait que ces protocoles sont réalisés ponctuellement et qu'ils nécessitent à chaque fois de se réapproprier la méthode et le matériel.
Une première liste des lacs de l'observatoire a été présentée, une vingtaine de lacs sont suivis en 2014.
Il est proposé lors de cette table ronde une discussion sur les problèmes concrets rencontrés sur le terrain par paramètre suivi avec pour objectif d'apporter des pistes de solution pour la mise en œuvre en 2015.

Thermistors

Ils constituent pour l'instant le seul moyen proposé dans le protocole commun pour accumuler de la donnée haute-fréquence. Les gestionnaires n'en avaient, pour la plupart, jamais installé avant l'été 2014 sauf sur quelques sites ateliers en partenariat avec des laboratoires.

Les systèmes de mouillage :

Pour des raisons de préservation du paysage, d'englacement et/ou de vandalisme, beaucoup de gestionnaires doivent installer des mouillages immergés.

Plusieurs systèmes avaient été proposés lors de la formation, l'un avec renvoi sur berge (type Edytem), l'un avec une double chaîne (type ONEMA).

Difficultés rencontrées :

- Le corps mort doit être suffisamment lourd pour ne pas se déplacer lorsque l'on tire sur la corde depuis le renvoi sur berge. L'ONEMA a fait des tests et observe que 10 kg ne suffisent pas, ils ont opté pour 20 kg. Un calcul précis pourrait être fait en fonction du poids du matériel à installer.
- Dans le système avec renvoi sur berge, il est difficile de savoir très précisément à quelle profondeur se trouve la bouée lorsqu'on l'immerge. Elle doit être au moins à 1 mètre sous la surface de l'eau pour ne pas être prise dans la glace et dériver.
- La mise à l'eau du corps mort est délicate avec l'utilisation de bateau gonflable peu stable. Le bateau dérive vite pendant la manipulation, il faut être deux à bord pour maintenir la position. L'ONEMA utilise des bateaux rigides équipés d'un petit moteur en cas de dérive (le système étant héliporté).
- Les cordes de spéléo, même vendues préétirées, se détendent dans l'eau, ce qui a provoqué la remontée de la bouée en surface : il est proposé, pour les prochains mouillages, d'installer la corde et le système de mouillage en début d'été et de n'y fixer les thermistors qu'en septembre pour laisser le temps à la corde de prendre sa longueur définitive.
- Prévoir une poignée sur la bouée immergée pour pouvoir la sortir de l'eau même si un problème l'en empêche via le renvoi sur berge.

PNE : Suite aux difficultés rencontrées au lac des Pisses, le système sera installé en 2015.

Asters : remontée de la bouée au lac Cornu après deux semaines d'installation, sans doute problème d'étirement de la corde ou de fixation sur berge pas assez précise.

Expérience au Lac du Brévent où la bouée est émergée, elle a finalement peu dérivée, un système immergé sera installé en 2015.

ONEMA : pas de problèmes particuliers, les chaînes ne s'emmêlent pas. Un cas de vandalisme où la chaîne a entièrement disparue.

CIH : les lacs suivis comportent des aménagements hydrauliques et sont donc soumis à un fort marnage. Il n'est pas possible de faire un renvoi sur berge, le système type Fédération de pêche 74 a été mis en place (bouée en surface avec double chaîne). Le relevé des données en 2015 permettra de dire si le système est viable.

Les thermistors :

Le système Tinytag nécessite de prendre l'ordinateur à bord pour récupérer les données ou de détacher les thermistors, les rapporter à terre et les raccrocher ensuite. Asters a utilisé un système simple de fixation des thermistors sur la corde (cordelette avec mousqueton ou nœud prussique) afin de pouvoir les détacher simplement ; l'emplacement de fixation sur la corde doit être bien marqué. Le relevé des données sera testé en 2015.

L'ONEMA détache simplement la seconde chaîne avec le mousqueton pour faire la manipulation sur la berge.

- Dans l'optique d'augmenter le nombre de data loggers sur la chaîne, il ne faudra pas hésiter à revenir sur la berge pour décharger les données.

Rosalie Bruel a fait un mode d'emploi détaillé pour le logiciel Tynitag explorer, il sera renvoyé au réseau. Une nouvelle version du logiciel est également disponible en ligne : http://www.geminidataloggers.com/software.

Sondes multiparamètres

Les sondes acquises dans le réseau sont des sondes Exo 1, assez légères. Elles doivent être calibrées au bord du lac d'où la nécessité d'avoir un ordinateur portable sur le terrain. Une sonde a été achetée pour le PNE, deux autres sondes pour le PNM et le PNV le seront en mai 2015. Asters emprunte celle du SOERE OLA.
Pour l'instant, se posent toujours des questions sur l'analyse des données des capteurs turbidité et chlorophylle qui ne sont pas intégrées à ce jour dans le protocole commun.
Lors des calibrations sur le terrain, des messages d'erreurs apparaissent régulièrement, il est notamment important de ne pas bouger la sonde lors des calibrations.
Les profils peuvent se faire réellement de la surface jusqu'au fond (capot de protection permettant de poser la sonde au fond de l'eau).

Disque de Secchi

Ne pas oublier de faire les mesures à l'ombre du bateau, sans lunettes de soleil !

Zooplancton

Tous les membres du réseau n'utilisent pas exactement le même filet de zooplancton car nous avons été obligés de changer de fournisseur pendant les commandes (ruptures de stock) mais tous ont les mêmes caractéristiques (maille de 50 µm et diamètre de 30 cm).
Des précisions ont été données au PNE et PNM pour l'utilisation de leur filet.

Phytoplancton

Le protocole de prélèvement du phytoplancton comporte plusieurs niveaux, prélèvement à 1 m, sur la colonne d'eau de 0 à 5 m, et enfin sur la zone euphotique.
Pour avoir la vision la plus complète du phytoplancton, plusieurs solutions peuvent être proposées :
Après le profil de sonde, regarder le pic d'oxygène et prélever à partir de 1 mètre sous ce pic. On peut aussi utiliser la formule théorique zone euphotique = 2,5 fois la profondeur du Secchi.
Suite au programme EMERGE, il avait été proposé de faire ces prélèvements sur 1,5 fois la profondeur du Secchi (peut faire des profondeurs importantes et donc un temps de prélèvement très long).
Les sondes également équipées du capteur chloro (celle du SOERE OLA et celle de l'ONEMA) pourrait permettre de donner aussi la répartition du phyto.
Le problème de conditionner les protocoles selon les mesures de terrain est le temps sur place qui devra être plus important et la nécessité d'avoir une météo très bonne pour manipuler l'ordinateur. On ne sera jamais exhaustif, des compromis doivent être faits.

Poissons

Des pêches au filet ont été faites sur certains lacs dans le cadre de plans de gestion piscicoles. Ces pêches donnent des éléments intéressants pour la connaissance du lac et de son évolution si les pêches sont refaites 5 ans après par exemple mais ne peuvent constituer des suivis réguliers. Elles sont faites par les Fédérations de pêche la plupart du temps. Les exemples du PNM et d'Asters ont été donnés.
Les protocoles mis en place sur les poissons comme au PNE rentrent dans le cadre de projets de recherches particuliers, partenariat avec l'IMBE, et ne peuvent, à l'heure actuelle, faire partie du suivi annuel simple.
Les poissons (écailles, estomacs) semblent être des enregistreurs intéressants, des partenariats avec les pêcheurs et Fédérations de pêche pourraient être renforcés si un projet plus spécifique sur les poissons était imaginé. Des prélèvements tous les 2 ou 3 ans suffiraient.

Amphibiens

Claude Miaud avait proposé un protocole de suivi pour les amphibiens autour des lacs d'altitude. Ce protocole prend du temps et est difficile à réaliser en même temps que tous les autres paramètres.
Il faudra voir avec Claude si de la donnée ponctuelle sur les espèces présentes lors de la réalisation des protocoles pourrait être intéressante quand même.
Les méthodes d'analyse génétique par l'utilisation de l'ADN environnemental progressent également, une veille sur le sujet sera nécessaire.

16H00-16H30 – Pause

Session 2 : Les outils communs du réseau ‘‘Lacs sentinelles’’

16h30-17h00 : Observatoire des lacs d’altitude : perspectives pour le déploiement du protocole commun en 2015. Quelle méthode pour l’analyse des résultats ?

L’objectif de l’observatoire est l’acquisition de données interannuelles sur les lacs d’altitude, d’une part pour améliorer la connaissance de ces milieux et d’autre part pour suivre leur évolution sur le long terme. Cet observatoire devra permettre l’échange d’informations et de données entre acteurs. Il permettra également leur mise à disposition pour le public et alimentera en données des études pointues sur des sites du réseau.
Les lacs de l’observatoire (les lacs sentinelles) sont ceux qui respectent la charte (voir diapo) dont l’application du protocole commun.
Dans le cadre du projet de l’ONEMA/IRSTEA sur l’étude de la faisabilité des images satellites pour le suivi des lacs, il est décidé que les périodes de prélèvements se rapprocheront le plus possible, dans la mesure du possible, du passage des satellites (passent tous les 16j ou tous les 5j).
Pierre-Alain Danis donnera les dates de passages des satellites pour caler les campagnes de terrain 2015 (lui envoyer les contours des plans d’eau).

Déploiement du protocole

Après cette première année de test, se pose la question du déploiement des sites de l’observatoire en termes de nombre de sites suivis ou de nombres de paramètres suivis. Tout le monde s’accorde à dire qu’il faut stabiliser les lacs déjà testés en 2014 et pour lesquels il reste des ajustements à faire (problème dans certaines chaînes de thermistors par exemple).
Serait-il envisageable de faire les paramètres obligatoires tous les ans et d’imaginer des rotations sur les paramètres optionnels ?
Selon les compartiments biologiques, les taux de renouvellement sont plus ou moins rapides : par exemple, pour le phytoplancton et le zooplancton, cela paraît bien de le faire annuellement mais pour les poissons tous les 3 ans suffit.
Se posent aussi des problèmes de coûts pour les paramètres optionnels : les coûts des analyses doivent être réévalués pour faire les demandes de financement en conséquence (très sous-évalués dans le dossier précédent).
Marie-Elodie Perga propose aussi qu’un dosage des nutriments (C, N, P) soit fait dans l’hypolimnion pendant l’été, à renouveler tous les 3 ans.

- Asters propose d’équiper deux lacs supplémentaires en chaînes de thermistors (Pormenaz et Jovet) puisque ces lacs sont ceux suivis historiquement et qu’il ne manque que ce paramètre pour intégrer l’observatoire.
- Le PNM propose de rajouter 2 lacs en 2015 et 2 en 2016 avec application des paramètres obligatoires + phyto et zoo si possible.
- Le PNE finalise la mise en place des 4 lacs déjà proposés en 2014.
- Le CIH propose de suivre deux lacs supplémentaires dans le PNP, les lacs seront à choisir avec le parc.
- AE Adour Garonne avec le PNP déploie le protocole sur 5-6 lacs.

Questions des financements
Des analyses peuvent être financées dans le cadre d’une étude ponctuelle avec des objectifs précis et des résultats avec exploitation directe mais il sera difficile de faire financer un réseau pérenne car les Agences de l’Eau suivent déjà un certain nombre d’observatoires. Il serait aujourd’hui un peu tôt pour s’orienter vers cette piste. Il vaudrait mieux pour le moment partir sur des études ponctuelles si l’on veut creuser certains paramètres. Un réseau pérenne de ce type constituerait une seconde étape.

Rappel : le réseau lacs sentinelles a été imaginé comme réseau complémentaire de la DCE car les suivis mis en place pour les lacs ne correspondaient pas à ces écosystèmes spécifiques. Les outils créés dans le cadre de la DCE peuvent néanmoins servir au réseau.

Analyse des données

Un rapport annuel de l'observatoire sera rédigé dès l'automne 2015, il aura pour objectif de décrire les données annuelles sur l'ensemble des lacs suivis. Un groupe de travail sera constitué pour décider de son contenu et de sa forme. Une fiche type par lac résumant les données recueillies pourrait être imaginée.
Certains lacs pourraient déjà faire l'objet de monographies.

17h00-17h30 : Un outil de stockage et de gestion des données pour le réseau et un site internet

Une charte graphique, un logo et une plaquette ont été créés pour le réseau. Les documents seront envoyés aux partenaires. Un poster général sur le réseau a également été réalisé et pourra être diffusé, Asters en a fait tirer un exemplaire mais chacun pourra l'imprimer s'il le souhaite.

Le site internet est en cours d'élaboration, un groupe de travail (ONEMA / IRSTEA, PN des Ecrins, Université de Savoie, le CARRTEL et Asters) a beaucoup avancé sur le cahier des charges. Un appel d'offres sera lancé en début d'année 2015 pour sa réalisation.

- Chaque membre sera sollicité pour rédiger des pages grand public du site.

Il reste également à affiner la charte d'utilisation des données avant de les publier. Les données du protocole commun « obligatoire » sont publiques, certaines concernant les paramètres optionnels pourront appartenir à un laboratoire. Un groupe de travail a déjà commencé à réfléchir sur ce point, le conseil de groupement du GIS devra statuer.

17h30-17h50 : Vers une cyber-carothèque nationale, quels enjeux pour la gestion conservatoire des carottes sédimentaires et de leurs méta-données ? (maquette démonstrative)

Cécile Pignol (Laboratoire EDYTEM, C2FN), Fabien Arnaud (EDYTEM), Arnaud Caillo et Xavier Crosta (EPOC), Elodie Godinho (DT INSU), Loic Petit De la Villeon et Vanessa Tosello (IFREMER), Eva Moreno (MNHN).

Cécile Pignol n'ayant pu venir aux rencontres, prier de se référer aux diapos en annexe. Pour toute question : cecile.pignol@univ-savoie.fr

Résumé *: La cyber-carothèque nationale est une initiative du C2FN, Centre de Carottage et de Forage National, (http://c2fn.dt.insu.cnrs.fr), développée dans le cadre du projet Equipex CLIMCOR, ANR-11-EQPX-0009-CLIMCOR (http://climcor-equipex.dt.insu.cnrs.fr).*
La version de démonstration (Maquette de la cyber-carothèque, version 1.0 - http://www.climcor-cyber.fr/cores/), présentée pour la première fois, au colloque Resomar le 26 novembre 2014 (http://resomar.cnrs.fr/spip.php?article7) vise à démontrer l'intérêt d'une approche globale de la gestion des carottes sédimentaires au niveau national. La maquette permettra de définir en 2015 le grain auquel il faudra développer le futur système d'information. Le portail permet d'ores et déjà de tester l'interface permettant la recherche des enregistrements prélevés par la communauté nationale des chercheurs en paléo-environnement ; elle est actuellement le seul support pour accueillir les inventaires de carottes stockées dans les nombreux laboratoires de recherche en France.
L'objectif est de stimuler les communautés (Glace, Continent et Océan) à entrer dans une nouvelle ère où la gestion conservatoire des échantillons ne serait plus perçue comme une contrainte mais comme un atout pour l'accès, le partage et le suivi des prélèvements et des données dans le contexte international de l'Open Science.

Session 3 : Contaminants organiques et métalliques

17h50-18h10 : Le lac de la Muzelle : un cas d'étude pour la compréhension du devenir des PCB atmosphériques dans les lacs d'altitude

Yann Michel Nellier (LCME, Université de Savoie)

Résumé *: La résistance à la dégradation et la semi-volatilité des polychlorobiphényles (PCB) ont conduit à la contamination de nombreux écosystèmes y compris ceux éloignés des zones d'activités humaines tels que les lacs d'altitude [1]. Ces dernières années, quelques études ont été menées pour identifier les mécanismes responsables du transport des polluants organiques tels que les PCB vers les écosystèmes d'altitude [2-4]. Néanmoins, très peu d'études ont permis de déterminer les principales voies de transfert et le devenir de ces composés dans les lacs d'altitude. Dans ce contexte, nos travaux de recherche visaient à évaluer (i) sous quelle(s) forme(s) et selon quelle(s) dynamique(s) les PCB intègrent les lacs d'altitude et (ii) quelles sont les voies de transfert des PCB atmosphériques incorporés dans les réseaux trophiques lacustres. Cette étude a été conduite sur le lac de la Muzelle (2 115 m) intégré au réseau « Lacs sentinelles » et situé dans le Parc National des Ecrins. Un suivi saisonnier de la concentration en PCB de la faune piscicole, des fractions particulaires et dissoutes de l'eau du lac, des apports atmosphériques a été réalisé en 2012 et 2013. Les résultats obtenus ont montré que la neige constituait un vecteur important d'apport des PCB aux lacs d'altitude (40% des apports annuels en moins de un mois). De plus, l'application d'un modèle de masse a montré que les flux de PCB entrant étaient supérieurs aux flux sortant et par conséquent révélé le rôle de puits de PCB des lacs d'altitude dans les milieux de montagne. Par ailleurs, la quantification des PCB en phases dissoutes et particulaires (0,7µm à 200µm) a souligné une importante variabilité inter-annuelle de distribution des PCB dans la colonne d'eau dépendant à la fois de la biomasse phytoplanctonique (microphytoplancton et nanophytoplancton) et de la structure chimique de la matière organique particulaire. De plus, les analyses isotopiques du carbone et de l'azote réalisés sur l'ensemble des compartiments trophiques ont mis en évidence l'importance de la voie benthique et plus spécifiquement des algues périlithiques comme voie de transfert des PCB à la faune piscicole du lac de la Muzelle.*

Les lacs d'altitude constituent-ils des puits ou des sources de PCB pour l'atmosphère ?
Yann s'est penché sur les bilans de masse des PCB dans les différents compartiments.

Discussion

Quelle évolution prévoir pour le lac de la Muzelle ?
Contrairement au lac du Bourget où la pollution est directe pour les poissons, elle est indirecte donc faiblement concentrée dans les poissons de la Muzelle. Il est difficile voire impossible de savoir l'évolution pour les poissons ; une petite estimation montre que les polluants seraient encore absorbés pendant 18 à 21 ans si aucun apport de PCB extérieur n'existait !
Pour l'instant, le lac de la Muzelle est un puit de PCB (plus d'entrée par dépôts atmosphériques, fonte des glaciers… que de sortie par sédimentation, volatilisation…) mais cela pourra varier. Les processus internes du lac influencent aussi les flux de PCB (phases dissoute et particulaire).
Dans un contexte de réchauffement climatique, un relargage atmosphérique important par les lacs pourrait avoir lieu (la volatilisation des PCB dépend de la température de l'eau).
Les doses mesurées dans le lac sont a priori 30 fois inférieures aux doses létales. (à confirmer par un écotoxicologue).

18h30 : Fin de la première journée

Vendredi 28 novembre

9h – 9h10 : présentation d'un drone aquatique : spyboat

Un petit film a été diffusé sur un drone aquatique développé par une société soutenue par EDF-CIH.
Ces outils sont en développement et la société recueillerait avec intérêt les besoins des limnologues : que faudrait-il développer pour que ces drones puissent servir aux laboratoires ?
Le pilotage se fait avec une tablette tactile ou automatique avec points GPS permettant de reproduire le même parcours à chaque campagne de terrain. Le dispositif peut permettre de prélever en continu ou sur des points fixes. Une petite pompe (verticale) permet des prélèvements à des profondeurs voulues. Le coffre du bateau permet d'adapter des capteurs de tout type. Les sondes peuvent être fixées à l'arrière.

Deux types de drones sont à l'étude :
Spyboat swan : 15 kg. 2h30 autonomie. (10-12 000 €)
Spyboat duck : 2,5 kg. 2h30 autonomie. Caméras, led (jour/nuit). Zones fortement végétalisées. (1-2 000 €)
Développements prévus d'un bras multifonction : prélèvements en profondeur, végétaux. Intégration bathymétrie. Intégration capteurs temps réel.
www.spyboat-technologies.com

Le PNM va l'essayer avec Spygen pour des prélèvements d'ADN environnemental sur 5 lacs en 2015.

9h10-9h30 : Transferts trophiques d'éléments traces dans le cas de deux lacs d'altitude. Effets de la fraction colloïdale de la colonne d'eau.

Jérôme Rose (CEREGE, Université Aix-Marseille)

Résumé *: Les invertébrés aquatiques et les poissons peuvent accumuler des éléments traces (métaux en particulier), que ceux-ci soient essentiels à leur métabolisme ou non [e.g. 1-3]. Les organismes puisent ces éléments directement de l'eau par voie passive ou par leur alimentation à savoir eau, nourriture et/ou des sédiments ingérés.*
La concentration des éléments traces dans les organismes est liée en première approximation à la concentration de ces derniers dans l'eau, mais de nombreux autres facteurs affectent leur biodisponibilité [4-5]. Un des challenges toujours d'actualité vise à définir plus précisément les éléments les plus « biodisponibles ». Depuis quelques années, il est admis que la concentration seule ne suffit plus à prédire les niveaux d'assimilation et d'accumulation et que la spéciation doit être prise en compte tout particulièrement pour les éléments traces métalliques (ETM) [6]. Néanmoins, le lien direct entre spéciation, biodisponibilité et bioaccumulation reste à contraindre, tout particulièrement dans les environnements spécifiques comme les lacs de haute altitude. Dans le cas des modèles cinétiques biologiques d'accumulation, la spéciation est généralement prise en compte par le terme appelé « efficacité d'assimilation ». Des modèles plus récents de bioconcentration se révèlent assez performants pour les polluants hydrophobes [7-8], mais ils restent à les contraindre pour les ETM, en prenant en compte cette spéciation, et en particulier à prendre en compte le rôle de la fraction colloïdale (particules de taille inférieure à 0,1 µm).
Le cas des chaînes trophiques aquatiques de lacs d'altitude se révèle particulièrement bien adapté pour mieux aborder le transfert et la biodisponibilité d'éléments traces métalliques. Ces lacs possèdent en effet des bassins versants très minéraux (i.e. les teneurs en dissous sont peu affectées par le cycle de la matière organique) et leur chaînes trophiques réduites ou simplifiées doivent s'adapter rapidement aux variations physico-chimiques.
Nous présenterons ici le cas de transfert trophique de plusieurs éléments dans les lacs d'Egorgeou et de Foréant dans le Queyras. En termes de spéciation, le rôle possible de la fraction colloïdale sera illustré avec le cas du manganèse.

Discussion

Les quantités d'eau pour quantifier les molécules sont de l'ordre de 15ml contrairement aux mesures de PCB qui demandent 60 litres par profondeur.
La phase colloïdale existe mais l'influence est limitée dans ces milieux par rapport à d'autres. La phase colloïdale est difficile à appréhender.
Depuis 2013, l'étude des retombées atmosphériques a débuté (collecte de neige).

Session 4 : Changements globaux versus changements locaux

9H30-9H50 : Comprendre l'écologie des lacs d'altitude. Combinaison des observations à différentes échelles de temps.

Marie-Elodie Perga (CARRTEL, INRA Thonon-les-Bains)

La Muzelle constitue un site atelier très développé notamment avec la thèse de Yann Nellier. L'idée étant de coupler les efforts sur ce site, seul le croisement des données permettra d'en comprendre le fonctionnement.
Le lac de Plan Vianney, lac non productif, montre une croissance des poissons plus importante qu'à la Muzelle, lac productif ; le résultat pose question.
Le lac montre un brassage automnal avec un bon renouvellement de l'oxygénation et brassage printanier de 1 à 4j qui ne suffit pas à renouveler l'oxygène au fond.
Une étude historique des effets anthropiques est proposée : introduction de l'omble en 1950, disparition des macrophytes (2 processus : transfert de nutriments de la zone littorale à la zone pélagique notamment par les poissons, donc perte de nutriments pour macro / et développement de phyto en zone pélagique, donc compétition pour la lumière et entrave au développement des macrophytes). Ajout phosphore (accumulation MO) en 1980 (eaux usées d'un refuge). La mise en place d'une station d'épuration n'a rien changé.
Le rapport N/P est très important. L'hypothèse de dépôts d'azote atmosphérique est une piste à creuser : dystrophisation, stimulation production benthique, apparition d'algues vertes.

Discussion

Une des premières questions du réseau Lacs sentinelles était de comprendre pourquoi certains lacs verdissaient. Le verdissement par production benthique qui remonte n'était pas ce que l'on pensait. On comprend mieux maintenant comment quantifier, jusqu'à présent on ne faisait que constater.
Les dépôts atmosphériques d'azote peuvent venir de la fonte des glaciers ou des précipitations. Les impacts de l'azote atmosphérique semble très découplés des apports : stockage sur sols puis relargage.
Comment explique-t-on que le compartiment zooplantonique est si pauvre malgré le développement de diatomées ? Le mystère reste total.
Cet exposé montre la pertinence de réaliser des monographies sur ces lacs ateliers qui proposeraient « une histoire » de l'évolution du lac même si beaucoup d'explications restent des hypothèses. Les populations locales et les élus sont très demandeurs de ce type de vulgarisation.

9H50-10H00 : Le lac du Brévent (Réserve naturelle des Aiguilles Rouges, Haute-Savoie) : influence des facteurs locaux, contribution aux changements globaux ?

Simon Belle (Laboratoire Chrono-environnement, Université de Franche-Comté) : excusé.

Résumé : *Le lac du Brévent présente actuellement un état écologique dégradé marqué par une désoxygénation des couches profondes. Dans ce type de fonctionnement, un processus particulier de dégradation de la matière organique parvenant au sédiment peut se mettre en place : c'est la méthanogénèse. Ce processus aboutit à la production de méthane, puissant gaz à effet de serre.*
Partant de l'hypothèse que ce fonctionnement n'est pas considéré comme référence pour ce type de lac, l'approche paléolimnologique va nous permettre de connaître la date de mise en place de ce phénomène et d'en comprendre les causes. Cette étude pluridisciplinaire vise à coupler :
- paléoentomologie (Chironomidae subfossile) = état d'oxygénation du lac
- biologie moléculaire (ADN fossile de bactéries méthanotrophes) = oxydation du méthane
- biogéochimie (isotope stable du carbone) = transfert du méthane dans les réseaux trophiques
- palynologie (pollen et spores de champignons coprophiles) = pastoralisme
- paléoclimatologie
Les résultats sont attendus pour fin 2014.

Simon Belle n'ayant pu être présent, David Etienne du CARRTEL a rappelé que le travail mené sur le Brévent croisait de nombreuses approches. Toutes les données sont pratiquement analysées, il reste la datation à faire. Une présentation des travaux sera faite au premier semestre 2015.
Il est souligné l'enjeu de retracer l'histoire du lac de manière simple pour proposer une restitution locale de ces travaux qui suscite beaucoup d'intérêt sur le territoire.

10H00 -10H20 : Les lacs de haute altitude : des milieux singuliers ou pluriels ?

Laurent Cavalli (IMBE, Université Aix-Marseille)

Résumé *: Les lacs de haute altitude, isolés des grands centres urbains, sont soumis à des contraintes fortes (altitude élevée, couverture de glace et de neige durant plusieurs mois par an). Ils abritent des réseaux trophiques simplifiés et constituent des marqueurs sensibles aux changements environnementaux. Très nombreux à l'échelle de l'arc alpin mais difficiles d'accès, ils sont souvent considérés comme une seule et même unité fonctionnelle et la diversité de leurs caractéristiques n'est pas assez prise en compte.*
Ces écosystèmes présentent pourtant des caractéristiques différentes (géologie du bassin versant, altitude, volume, profondeur...) et peuvent être sous la pression de facteurs locaux variables (pastoralisme, introduction de poissons). L'objectif de ce travail est d'évaluer l'impact fonctionnel des facteurs locaux dans un contexte de fortes contraintes climatiques. Il s'agit donc de tester si deux lacs proches géographiquement avec des caractéristiques différentes appartiennent à une unité fonctionnelle propre, c'est-à-dire s'ils présentent des caractéristiques de fonctionnement identiques.
Ce travail s'appuie sur un nombre important de variables biotiques et abiotiques (chimie de l'eau et des sédiments, benthos, microbiologie, virus, bactéries, phytoplancton, zooplancton, poissons) permettant une caractérisation détaillée de ces écosystèmes et de leur fonctionnement.
Les deux lacs examinés (Foréant et Egorgéou) situés l'un au-dessus de l'autre à l'intérieur d'un même bassin versant dans le Parc naturel régional du Queyras (Hautes-Alpes) diffèrent par leur altitude (Foréant, 2 620 m ; Egorgéou, 2 394 m), leur profondeur (22 # 12 m), leur superficie (5,5 # 3,9 ha) et la nature de leur bassin versant (120 # 370 ha de pelouses) avec des conséquences sur la pression pastorale.
Les résultats montrent que ces deux lacs présentent des fonctionnements différents. Les processus de contrôle de type « top-down » identiques entre les deux lacs ne permettent pas d'expliquer les différences observées. Ce sont donc des contrôles de type « bottom up » qui entrent en jeu. Le lac Foréant, plus profond, plus volumineux et avec un temps de renouvellement plus lent, est caractérisé par des biomasses phytoplanctoniques et un stockage des nutriments plus important. Au contraire, le lac Egorgéou, avec un temps de renouvellement plus rapide, est caractérisé par des producteurs primaires plus diversifiés (phytoplancton & macrophytes) et une communauté phytoplanctonique moins dense.
Ces résultats montrent donc que les contraintes climatiques extrêmes ne gomment pas l'influence des facteurs locaux. Il faut donc prendre en compte les caractéristiques fonctionnelles spécifiques de chaque unité pour appréhender les réponses de ces écosystèmes sentinelles aux changements locaux et globaux et ainsi mieux les gérer.

Les résultats montrent que la stratification thermique ne se fait pas de la même façon entre les deux lacs (plus stable sur Foréant), la colonisation par les macrophytes est plus importante sur la zone littorale du lac Egorgeou, la densité phytoplanctonique est plus forte sur Foréant mais moins diversifiée.
Avant de s'intéresser à l'incidence des changements globaux, il faut s'attacher à expliquer l'incidence des changements locaux.

10H20 -10H50 – Pause

10h50 – 11h10 : **Présentation travaux menés dans les Pyrénées**
Sylvain Rollet (Parc national des Pyrénées) *en collaboration avec Didier Gallop (Laboratoire Géode) excusé*

Les lacs suivis dans le cadre du réseau lacs sentinelles devraient être de 6 d'ici 2015.

Un programme est mené sur la protection de la Subulaire aquatique. Un colloque s'est tenu en octobre 2014 dans les Pyrénées à son sujet. Cette espèce n'a jamais été décrite dans les Alpes, une station aurait disparu des Vosges.

11h10 -12h10 : Perspectives du réseau Lacs sentinelles

Année 2015 : finalisation et consolidation de l'observatoire et de ses outils

Axe 1 : Observatoire des lacs d'altitude

Continuer sur les sites existants et testés en 2014.
Mise en œuvre du protocole commun sur de nouveaux sites :

- PNP : 2 lacs
- Asters : Jovet et Pormenaz, installation d'une chaîne de thermistors
- PNM : 2 lacs
- Fédé 73 : des lacs hors PNV
- CIH-EDF : 2 lacs dans le PNP à définir
- PNE : consolider + chaîne thermistor sur lac des Pisses
  - ➢ L'observatoire devrait comprendre entre 25 et 30 lacs en 2015.

Discussions sur les paramètres suivis

Thermistors

Suite à la présentation des résultats de l'ONEMA sur le suivi thermique des lacs, se pose la question de procéder à une année de test dans certains lacs pour connaître le nombre minimum de thermistors à fixer dans la colonne d'eau pour ne pas manquer les profondeurs qui nous intéressent. L'ONEMA pourrait prêter des thermistors sachant que ce sont des Hobo et non des Tynitag et que le logiciel pour lire les données n'est pas le même.
Florent Arthaud précise qu'il est peut-être possible de récupérer des capteurs thermiques utilisés sur des zones humides (matériel SOERE).

➔ Mettre à jour la liste des lacs suivis avec leur profondeur pour évaluer le nombre de thermistors nécessaires
➔ Faire le listing du matériel disponible pour la saison 2015
➔ Voir comment exploiter tout ce matériel sur 2015 et organiser la mise en place sur le terrain

Amphibiens

Carole se renseigne auprès de Claude Miaud de l'EPHE pour voir si l'intégration de données de présence amphibiens pourrait être utile. La question des compétences pour la détermination reste cependant à prendre en compte.

Attention, il est rappelé qu'il faut bien différencier la partie observatoire (paramètres récurrents à collecter tous les ans) de la partie études avec le besoin de suivre des paramètres supplémentaires de façon ponctuelle. Il est important de ne pas s'éparpiller s'il on veut rester robuste dans le temps. Il est clairement exprimé de revenir aux questions d'origine (changement d'état des lacs d'altitude) et d'adapter les protocoles en fonction en les maintenant sur le long terme.

Calage des campagnes d'échantillonnage

Un effort sera fait pour caler les campagnes de terrain 2015 au plus proche des dates de passage des satellites afin d'apporter des éléments pour affiner les modèles en cours (voir étude PA Danis ONEMA / IRSTEA).

Axe 2 : Renforcer la dimension sentinelle des lacs

Analyse des données
Un rapport annuel sera à prévoir sur 2015. Un groupe de travail sera mis en place pour définir la forme et le fond de ce rapport d'activité.

Détermination d'indicateurs du changement d'état des lacs
L'observatoire devra permettre de définir à moyen terme des indicateurs avec la difficulté de déterminer des seuils.
Nutriments
Une analyse ponctuelle de la teneur en nutriment dans l'hypolimnion sur tous les lacs sera à prévoir et à reproduire 3 ans plus tard.
Diatomées
Une proposition a été faite par Frédéric Rimet de l'INRA Thonon de travailler sur les diatomées comme bio-indicateurs du changement d'état des lacs d'altitude. 70 lacs ont été échantillonnés et permettront de tester cet indicateur. Une application aux lacs du réseau pourrait être envisagée plutôt pour 2016.
Jean-Marc Baudoin mentionne qu'un outil est en test, la « bentho torche », il nous tiendra informé des possibilités de l'outil (étude fluorométrique sur substrat produisant des données instantanées de densité et de composition en diatomées, algues vertes et cyanobactéries).

Axe 3 : Partage et valorisation des données et résultats
Asters lance un appel à co-organisateur pour l'organisation des 6èmese rencontres du réseau en octobre ou novembre 2015. Une sortie sur le terrain pourrait être prévue.

Gestion des données
Une journée est à prévoir sur la gestion des données brutes de l'observatoire et l'utilisation de la base de données du SOERE OLA ainsi que l'utilisation des logiciels. Une simulation de la chaîne de travail (de la récolte des données sur le terrain à l'intégration dans la BDD) sera proposée.
➔ A prévoir au printemps 2015

Site internet : partie grand public
Chaque partenaire recevra une trame à remplir pour présenter sa structure sur le site internet du réseau. Les données sur les lacs suivis seront à saisir directement en ligne sur les fiches lac via l'interface privée.

Création d'outils de vulgarisation
Un clip de 3 minutes environ sera conçu pour présenter le réseau et l'observatoire.
Des posters pourront être réalisés selon la trame déjà faite. Les refuges peuvent notamment être demandeurs de ce type d'outil.

Vers un programme pluriannuel 2016-2018 ?
Les premiers appels à projets des nouveaux programmes européens (période 2014-2020) devraient paraître début 2015. Asters propose de profiter de ces appels à projets pour déposer un projet pluriannuel et avoir une stratégie financière claire. Richard Bonet souligne que nous avons l'avantage de bien cerner les objectifs du réseau au moment où la programmation européenne débute. L'outil financier choisi dépendra des partenaires du projet et notamment l'intégration ou pas des italiens (Parcs du Mont-Avic et du Grand Paradis) et des Pyrénées. Le projet de Rocco Tiberti se finit en 2016 et il est très intéressé pour discuter ensemble des perspectives. Les Pyrénées n'ont pour l'instant pas de contact avec les Espagnols.

Le prochain comité scientifique du GIS (mardi 20 janvier 2015 à Chambéry) devra proposer des orientations scientifiques pour que le conseil de groupement de mars puisse prendre les décisions stratégiques.

Jean-Marc Baudoin précise que le réseau constitue une structure originale et forte dans le cadre de la mise en place de l'Agence française de la Biodiversité. Une délégation pourra être force de propositions. Une même démarche aura lieu auprès de PNF qui rentre aussi dans l'AFB.

Evènements 2015

- ALSO aquatic meeting à Granada en février 2015 est l'un des plus grand congrès de limnologues mondiaux.
- Symposium for european freshwater sciences du 5 au 10 juillet 2015 à Genève : voir si un membre du réseau peut y représenter le réseau.
  ➔ Un poster serait à proposer avant le 15 janvier.
- Les rencontres du réseau Netlake auront lieu la semaine d'avant à Evian.

Session 5 : Fonctionnement physico-chimique des lacs d'altitude

12h10-12h40 : Le suivi des lacs du Parc national du Grand Paradis

Rocco Tiberti (University of Pavia - Gran Paradiso National Park)

Résumé : *Stocking fish into once fishless high-altitude lakes is a misguided practice exacting a heavy toll on fragile alpine aquatic ecosystems. In the last years, the impact of introduced brook trout (Salvelinus fontinalis) on the native communities of alpine lakes was extensively investigated (from 2006 to 2014) in the Gran Paradiso National Park (Western Italian Alps) by comparing the communities inhabiting stocked and naturally fishless lakes. Brook trout dramatically affect alpine lakes ecosystems causing the disappearance of many taxa and entire ecological groups, and potentially threatening some unique taxa, evolved thanks to the island-like nature of alpine lakes. The finding of two unique haplotypes of European Daphnia pulicaria in four naturally fishless lakes is emblematic of the importance of alpine lakes as biodiversity reservoirs promoting intra-specific divergence and even speciation. Thanks to the gained awareness of the naturalistic value of alpine lakes and of the potential impact of introduced fish, the Gran Paradiso National Park planned an extensive eradication program of introduced fish, within the project LIFE+ Bioaquae (Biodiversity Improvement of Aquatic Alpine Ecosystems) which involves the use of intensive gill netting as an effective and non-invasive eradication technique. The project is at its second year of field work, the first signals of the recovery of alpine lakes ecosystems are becoming evident and have been closely monitored in combination with the extinction process of introduced fish population.*

Discussion

Le projet a déjà montré le retour de nombreux taxons d'invertébrés après l'éradication des poissons.
Localement, les pêcheurs ont été impliqués dans le projet, la pêche étant interdite dans le parc, une journée événement a été proposée, plus de 1 600 poissons ont été péchés en 6 heures de pêche.
Les lacs choisis sont relativement loin des voies de communication pour éviter l'introduction volontaire d'espèces (1 heure de marche).
Une expérience similaire en France avait été menée dans le PNE pour protéger des amphibiens, tous les poissons avaient été pêchés. Idem dans le PNP.

12h40-13h00 : Typologie des lacs d'altitude gérés par EDF

Agnès Barillier et Vincent Chanudet (Centre d'Ingénierie Hydraulique, EDF)

Résumé : *La production d'électricité d'origine hydraulique représente en moyenne 9% de l'électricité produite par EDF en France. Cela représente 20 GW de puissance installée, selon cinq types d'aménagements (lac : 8,8 GW, pompage : 4,3 GW, fil de l'eau : 3,6 GW, éclusée : 3,1 GW, marémoteur : 0,2 GW). Sur les 622 ouvrages hydroélectriques actuellement en exploitation permettant cette production, une grande majorité est située dans des zones de moyenne et haute altitudes. Ces aménagements présentent des caractéristiques multiples allant par exemple de grands réservoirs à stockage saisonnier à de simples prises d'eau sur des ruisseaux non pérennes. Tous les réservoirs d'eau ne sont pas nécessairement totalement artificiels ; des lacs naturels d'altitude sont également utilisés pour la production hydroélectrique par simple dérivation, piquage avec ou sans rehaussement de cote… Ces lacs naturels sont toujours utilisés pour soutenir la production d'électricité en hiver, lorsque la demande est la plus importante ; leur remplissage s'effectue ensuite plus ou moins rapidement avec la fusion nivale printanière et ils ne sont en général plus utilisés en été et automne (lorsqu'ils retrouvent leur cote « haute »). L'étude qui est présentée ici permet dans un premier temps de répertorier ces ouvrages par grandes zones géographiques d'altitude puis de proposer une classification de ces ouvrages selon une typologie propre (type de lac, type d'aménagement, fonctionnement hydraulique, hydrologie, marnage, caractéristique des bassins versants...). Celle-ci permet notamment de recaler ces lacs d'altitude dans des*

typologies existantes (exemple : typologie de Martinot et Rivet, 1989). Les premiers résultats des suivis qualitatifs permettant de caractériser le fonctionnement physico-chimique et biologique de ces écosystèmes sont également présentés. Le fonctionnement de ces lacs d'altitude équipés est discuté au regard du fonctionnement des lacs naturels d'altitude de même « typologie » et permet de mettre en évidence les similitudes / différences entre eux. Ces premiers résultats permettent également de discuter du caractère « sentinelle » de ces « réservoirs » d'altitude.

Trois lacs ont intégré l'observatoire. Des contrastes importants apparaissent suite à l'étude des paramètres physico-chimiques et de la biologie des lacs mais il est difficile d'expliquer ces différences car peu d'années de recul sont disponibles (protocole appliqué depuis 2 ans).
L'objectif est de voir les impacts sur l'écosystème des modes de gestion liés aux barrages. Certains lacs constituent aussi des sites ateliers comme la Girotte (Beaufortain) où un carottage a été réalisé.

Discussion

L'exploitation des lacs est à peu près similaire chaque année sauf en cas de travaux ou de maintenance d'une installation. Les régulations ne sont pas graduelles, les vannes sont ouvertes ou fermées ; la pression diminue au cours de l'hiver. On connait donc le débit de la vanne au début puis le débit baisse.
Un autre mode d'exploitation est la prise d'eau directement turbinée par centrale qui sera variable en fonction de l'heure de la journée (pics) mais à peu près pareil d'1 année sur l'autre.
Le remplissage peut durer selon les lacs d'un mois à 3-4 mois.

13h00 -14h00 – Pause déjeuner

14h00-14h20 : Fonctionnement biogéochimique des systèmes lacs-bassins versants d'altitude : pastoralisme, occupation du sol, activités piscicoles et refuges de montagne

Florent Arthaud (CARRTEL, Université de Savoie)

***Résumé** : Le désir d'étudier et de suivre l'évolution des lacs d'altitude vient d'un constat simple : depuis une vingtaine d'années : la majorité de ces lacs voient leur niveau trophique augmenter. L'état des connaissances actuelles des systèmes lacs/bassins versants ne permet pas encore d'identifier l'influence des différents paramètres de forçage de l'eutrophisation. Depuis 2013, une importante étude portant sur plus de 70 systèmes vise à caractériser l'influence des facteurs biotiques (faune et flore terrestre et aquatique et activités anthropiques) et abiotiques (altitude, climat, apports atmosphérique et géologie) dans le processus d'eutrophisation ; l'objectif étant d'établir une typologie des lacs d'altitude. Notre contribution à cette étude a permis de recueillir des informations concernant le tourisme, les activités pastorales et piscicoles, la géologie et la végétation sur l'ensemble de ces lacs.*

Typologie des lacs selon contexte géologique. Si une anomalie chimique est observée (lien non établi avec géologie), une recherche des causes est faite (activités anthropiques ?).
Autres activités étudiées sur les bassins versants :

- charge pastorale,
- activité piscicole (plus intense sur lacs de basse altitude),
- activités liées aux refuges.

Les résultats ont été intégrés dans une base de données, des analyses restent à faire.
Les points de prélèvements ont tous été géo-référencés.

14h20-14h40 : La température de l'eau de surface des lacs alpins à partir des archives d'images infrarouges thermiques LANDSAT : influence des sources de données de vapeur d'eau atmosphérique ?

Pierre-Alain Danis (Pôle Plan d'eau, ONEMA/IRSTEA Aix-en-Provence) et Thierry Tormos (pôle cours d'eau, ONEMA/IRSTEA Lyon)

Résumé : *La température de l'eau est un élément déterminant du fonctionnement thermodynamique (stratification-mélange) des plans d'eau. Le suivi de cette température se fait généralement par des mesures ponctuelles dans le temps et/ou par l'installation de sonde pour un suivi en continu. Spatialement, le suivi de la température est généralement négligé et les mesures ponctuelles sont extrapolées à l'ensemble de la masse d'eau. Aujourd'hui, les variabilités spatiales de la température peuvent être appréhendées en surface par les images infrarouges thermiques LANDSAT. Afin d'être pleinement exploitables, les images doivent cependant être principalement corrigées des effets atmosphériques. Nous présentons ici la validation de l'algorithme de correction mono-canal pour images infrarouges thermiques tel que proposé par Jiménez-Muñoz et al. (2009) avec des données provenant de deux réservoirs d'eau douce français et des données atmosphériques de teneur en vapeur d'eau de ECMWF ERA-Interim (i.e. avec une résolution spatiale de 50 km). Les résultats obtenus sont satisfaisants et, conformément à la littérature, les valeurs de r^2 sont au-dessus de 0,90 et les valeurs du carré de l'erreur quadratique moyenne sont comprises entre 1 et 2° C. Cependant, l'utilisation dans ces zones de montagne de données plus précises de teneur en vapeur d'eau telles que celles de ECMWF ERA-Interim 25 km et 12,5 km, ou celles de Météo France ALADIN-Climat 12 km et AROME 2,5 km, devraient nous permettre de montrer que la précision du suivi de la température de surface des plans d'eau d'altitude par LANDSAT peut être améliorée. Plus généralement, cette étude nous laisse entrevoir d'importantes perspectives pour le suivi de l'évolution thermique des lacs sentinelles et la compréhension des trajectoires écologiques de ces écosystèmes patrimoniaux.*

Une présentation du principe d'IR thermique par satellite (corrections nécessaires dues à la traversée de l'atmosphère, notamment vapeur d'eau) est proposée.
Les effets de l'environnement sur les lacs de montagne sont importants, ce qui provoque des erreurs significatives sur les données de température.
Autre intérêt de LANDSAT : mesure transparence, turbidité, chloro A.

Discussion

Il est proposé de se rapprocher de Sylvain Bigot de l'EPHE qui travaille sur ces problématiques.
Les modèles proposent des masques glace / neige / nuage. On peut aussi travailler sur des données brutes.

15h00 : Clôture des rencontres

Laurent Cavalli (IMBE), Florent Arthaud (CARRTEL) et Frank Horon (Asters)

« Tous les participants présents au début du projet sont toujours là, s'y ajoutent de plus en plus de personnes ce qui montre d'une part l'intérêt pour ces écosystèmes (« on ne s'est pas trompé de sujet ») et d'autre part la bonne entente dans le réseau.
Est souligné la rigueur et le sérieux d'Asters dans la gestion du dossier et dans son discours.
La qualité des présentations et des informations disponibles ne peuvent que favoriser une montée en puissance du réseau via notamment le montage d'un programme européen (plus mature que lors de la première tentative en 2012).

Le réseau constitue un accélérateur à projets permettant le contact entre de nombreux scientifiques et gestionnaires. Les sites pilotes permettent aussi d'accélérer la compréhension de ces systèmes. Le réseau permet également aux jeunes chercheurs de s'intégrer rapidement.

Un grand merci à Rocco Tiberti d'avoir donné une dimension internationale à ces rencontres. Le réseau aspire à prendre une dimension européenne et à développer les collaborations.

Un grand merci aux organisateurs et aux financeurs. »

Annexes

Programme du séminaire

Liste des participants

Diaporamas/présentations des intervenants

5èmes rencontres
scientifiques
et techniques

Organisation :

Asters
Conservatoire d'espaces naturels Haute-Savoie

En partenariat avec :

ONEMA
irstea

27 & 28 novembre 2014

IRSTEA
Le Tholonet
(Bouches-du-Rhône - 13)

Initié par le réseau "Lacs sentinelles", les rencontres "Lacs d'altitude" exposent les dernières avancées scientifiques sur ces milieux si emblématiques de la montagne et permettent les échanges entre gestionnaires de milieux lacustres et scientifiques. Cet évènement rassemble des spécialistes des lacs d'altitude : des chercheurs, des étudiants, des gestionnaires, travaillant en espaces protégés ou non.

LE RÉSEAU LACS « SENTINELLES »

Né de la rencontre entre les gestionnaires d'espaces protégés et les scientifiques investis dans l'étude des milieux lacustres, le réseau "Lacs sentinelles" a pour ambition de coordonner les recherches sur les lacs d'altitude.

Leur localisation en tête de bassin versant, à distance des sources de pollutions ponctuelles, leur confère un rôle de vigie vis-à-vis de l'évolution des changements globaux tels que l'érosion de la biodiversité, le changement climatique et la dispersion de contaminants. De plus, les gestionnaires d'espaces naturels ayant la responsabilité de protéger ces écosystèmes sur leur territoire, il leur est nécessaire d'approfondir la connaissance de ces milieux afin d'optimiser leurs modalités de gestion.

Le réseau "Lacs sentinelles" est maintenant doté d'un Groupement d'Intérêt Scientifique (GIS) Lacs sentinelles.

COMITÉ SCIENTIFIQUE DU GIS LACS SENTINELLES

F. Arnaud
(EDYTEM - Université de Savoie)

F. Arthaud
(CARRTEL - Université de Savoie)

V. Augé
(Parc national de la Vanoise)

C. Birck
(Asters, CEN74)

L. Cavalli
(IMBE - Université Aix-Marseille)

B. Coulomb
(LCE - Université Aix-Marseille)

S. Descloux
(Centre d'Ingénierie Hydraulique - EDF)

V. Duru
(FPPMA des Alpes de Haute-Provence)

M. Leccia
(Parc National du Mercantour)

B. Lohéac
(FPPMA de Savoie)

C. Miaud
(CEFE - EPHE)

E. Naffrechoux
(LCME - Université de Savoie)

R. Raymond
(LLS - Université de Savoie)

J. Rose
(CEREGE - Université Aix-Marseille)

C. Sagot
(Parc National des Ecrins)

PROGRAMME

JEUDI 27 NOVEMBRE

DÉBUT	13h00-13h30	Accueil
	13h30-14h00	Allocutions d'ouverture
SESSION 1 Équipement des lacs d'altitude et données haute fréquence : les réseaux en action	14h00-14h20	Tour d'horizon des réseaux d'échanges sur les lacs d'altitude Carole Birck et Chloé Weeger (Asters, CEN74) Marie-Elodie Perga (CARRTEL, INRA Thonon-les-Bains)
	14h20-14h40	Réseau thermique lacustre : synthèse de la phase de test Delphine Rebière (Pôle Plan d'eau ONEMA/IRSTEA Aix-en-Provence)

	14h40-15h00	Traitement des données issues de monitoring haute fréquence : apports sur la compréhension des dynamiques lacustres Exemple du Lac d'Anterne (Réserve naturelle nationale de Sixt-Passy, Haute-Savoie) Rosalie Bruel (EDYTEM, Asters)
	15h00-16h00	Table ronde - Echanges et retours d'expérience sur la mise en place du protocole de l'observatoire des Lacs d'altitude Avec la participation des gestionnaires de lacs d'altitude
	16h00-16h30	Pause / Session Poster
SESSION 2 Les outils communs du réseau "Lacs sentinelles"	16h30-17h00	Observatoire des lacs d'altitude : perspectives pour le déploiement du protocole commun en 2015. Quelle méthode pour l'analyse des résultats ? Animation Asters
	17h00-17h30	Un outil de stockage et de gestion des données et un site internet pour le réseau Animation Asters

Temps de discussion et d'échanges

	17h30-17h50	Système d'information national sur les carottages scientifiques : un rétro-osbservatoire des lacs sentinelles ? Cécile Pignol (EDYTEM)
SESSION 3 Contaminants organiques et métalliques	17h50-18h10	Le lac de la Muzelle : un cas d'étude pour la compréhension du devenir des PCB atmosphériques dans les lacs d'altitude Yann Michel Nellier (LCME, Université de Savoie)
	18h10-18h30	Transferts trophiques d'éléments traces dans le cas de deux lacs d'altitude. Effets de la fraction colloïdale de la colonne d'eau Jérôme Rose (CEREGE, Université Aix-Marseille)
	18h30	Fin de la première journée

Crédit photo : Parc National de la Vanoise

VENDREDI 28 NOVEMBRE

SESSION 4

Changements globaux versus changements locaux

09h00-09h20	Combiner les observations à différentes échelles de temps (paléo, suivi et capteurs haute fréquence) pour comprendre les réponses des lacs aux changements globaux : l'exemple du Lac de la Muselle (Parc National des Ecrins) Marie-Elodie Perga (CARRTEL INRA Thonon-les-Bains)
09h20-09h40	L'approche bassin versant sur la longue durée Didier Galop (Laboratoire Géode, Université de Toulouse 2)
09h40-10h00	Le Lac du Brévent (Réserve naturelle nationale des Aiguilles Rouges, Haute-Savoie): influence des facteurs locaux, contribution aux changements globaux ? Simon Belle (Laboratoire Chrono-environnement, Université de Franche-Comté)
10h00-10h20	Les lacs de haute altitude : des milieux singuliers ou pluriels ? Laurent Cavalli (IMBE, Université Aix-Marseille)
10h20-10h50	Pause

INTER-SESSION

10h50-11h50	Perspectives du réseau Lacs Sentinelles Discussion : projet formation perspectives de recherches et prochains rendez-vous

	11h50-12h10	Conservation activities of high altitude lakes in the Gran Paradiso National Park Invité spécial - Rocco Tiberti (University of Pavia, Gran Paradiso National Park)
SESSION 5 Fonctionnement physico-chimique des lacs d'altitude	12h10-12h30	Typologie des lacs d'altitude gérés par EDF Stéphane Descloux (Centre d'Ingénierie Hydraulique, EDF)
	12h30-14h00	Pause déjeuner
	14h00-14h20	Fonctionnement biogéochimique des systèmes lacs-bassins versants d'altitude : pastoralisme, occupation du sol, activités piscicoles et refuges de montagne Julie Toury (CARRTEL, Université de Savoie)
	14h20-14h40	La température de l'eau de surface des lacs alpins à partir des archives d'images infrarouges thermiques LANDSAT : influence des sources de données de vapeur d'eau atmosphérique ? Pierre-Alain Danis (Pôle Plan d'eau, ONEMA/IRSTEA Aix-en-Provence)
	15h00	Fin des rencontres

RÉSUMÉS DES INTERVENTIONS

SESSION 1

Réseau thermique lacustre : synthèse de la phase de test

Rebière D., Danis P.A., Baudoin J.M.
ONEMA/IRSTEA Aix-en-Provence

Une présentation des données de températures sur les trois lacs d'altitudes suivis, à savoir Malrif, Pavé et Lauzanier, fera l'objet de la première partie.

Dans une seconde partie, un bilan des solutions de mouillage sera exposé. Cela permettra d'optimiser ces solutions au regard de (i) la robustesse et des points de faiblesses des matériaux, (ii) la quantification de la dérive instrumentale et (iii) la vérification de la faisabilité logistique des interventions (décharge des données sur site, temps de mise en œuvre…).

De plus, ce bilan est l'occasion d'optimiser l'intervalle d'enregistrement et le nombre de sondes à installer afin de préparer le développement du réseau à l'échelle nationale. Pour cela, des analyses de sensibilité vont être conduites sur des variables décrivant les caractéristiques du fonctionnement thermodynamique des plans d'eau, faisant l'objet de modélisation empirique dont les capacités prédictives dépendent de la précision des données de calibration potentiellement mesurées par le réseau de suivi pérenne.

SESSION 3

Le lac de la Muzelle : un cas d'étude pour la compréhension du devenir des PCB atmosphériques dans les lacs d'altitude

Y.-M. Nellier (1,2,3), M.-E. Perga (2,3), N. Cottin (1), P. Fanget (1), E. Naffrechoux
(1) Université de Savoie, EA 1651 Laboratoire Chimie Moléculaire et Environnement
(2) Université de Savoie- INRA, UMR CARRTEL
(3) INRA, Université de Savoie, UMR CARRTEL

La résistance à la dégradation et la semi-volatilité des polychlorobiphényles (PCB) ont conduit à la contamination de nombreux écosystèmes y compris ceux éloignés des zones d'activités humaines tels que les lacs d'altitude. Ces dernières années, quelques études ont été menées pour identifier les mécanismes responsables du transport

des polluants organiques tels que les PCB vers les écosystèmes d'altitude. Néanmoins, très peu d'études ont permis de déterminer les principales voies de transfert et le devenir de ces composés dans les lacs d'altitude.

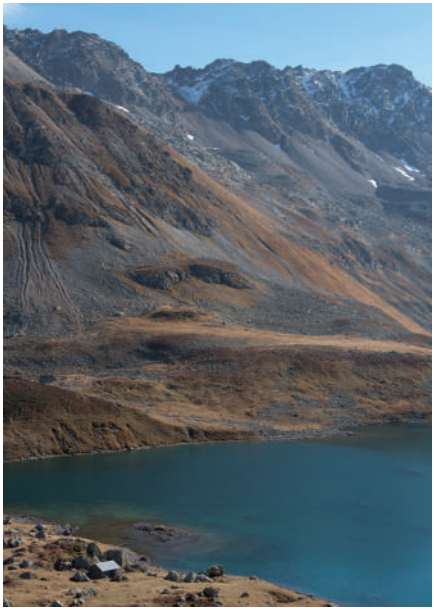
Dans ce contexte, ces travaux de recherche visaient à évaluer (i) sous quelle(s) forme(s) et selon quelle(s) dynamique(s) les PCB intègrent les lacs d'altitude et (ii) quelles sont les voies de transfert des PCB atmosphériques incorporés dans les réseaux trophiques lacustres.

Cette étude a été conduite sur le Lac de la Muzelle (2 115 m) intégré au réseau "Lacs sentinelles" et situé dans le Parc National des Ecrins. Un suivi saisonnier de la concentration en PCB de la faune piscicole, des fractions particulaires et dissoutes de l'eau du lac, des apports atmosphériques a été réalisé en 2012 et 2013. Les résultats obtenus ont montré que la neige constituait un vecteur important d'apport des PCB aux lacs d'altitude (40% des apports annuels en moins d'un mois). De plus, l'application d'un modèle de masse a montré que les flux de PCB entrant étaient supérieurs aux flux sortant et, par conséquent, révélé le rôle de puits de PCB des lacs d'altitude dans les milieux de montagne.

Par ailleurs, la quantification des PCB en phases dissoutes et particulaires (0,7µm à 200µm) a souligné une importante variabilité inter-annuelle de distribution des PCB dans la colonne d'eau dépendant à la fois de la biomasse phytoplanctonique (microphytoplancton et nanophytoplancton) et de la structure chimique de la matière organique particulaire. De plus, les analyses isotopiques du carbone et de l'azote réalisées sur l'ensemble des compartiments trophiques ont mis en évidence l'importance de la voie benthique et plus spécifiquement des algues périlithiques comme voie de transfert des PCB à la faune piscicole du Lac de la Muzelle.

SESSION 3

Transferts trophiques d'éléments traces dans le cas de deux lacs d'altitude. Effets de la fraction colloïdale de la colonne d'eau



Rose J. (1,2), Cavalli L. (3), Chaurand P. (1,2), Bertrand C. (3,) Auffan M. (1,2), Angeletti B. (1,2), Radakovitch O. (1), Garnier J-M. (1), Ambrosi J-P. (1), Avellan A. (1,2), Coulomb B. (4), Franquet E. (3), Moullec P. (5)

(1) CEREGE CNRS, Aix-Marseille Universite, UMR 7330, 13545 Aix en Provence, France
(2) ICEINT, International Consortium for Environmental Implications of Nanotechnologies, Duke Univ. – CNRS, Aix En Provence, France
(3) UMR IMBE - Equipe Ecologie des eaux continentales, Aix Marseille Université - Centre St Charles - Case 75, 13001 Marseille
(4) Aix-Marseille Université – CNRS, Laboratoire Chimie de l'Environnement (FRE3416), Équipe «Développements Métrologiques et Chimie des Milieux», 3 place Victor Hugo - case 29, 13331 Marseille cedex 3
(5) ONEMA, SD des Hautes-Alpes, Z.A. d'Entraigues, 05200 Embrun

Les invertébrés aquatiques et les poissons peuvent accumuler des éléments traces (métaux en particulier) que ceux-ci soient essentiels à leur métabolisme ou non [e.g. 1-3]. Les organismes puisent ces éléments directement de l'eau par voie passive ou par leur alimentation à savoir eau, nourriture et/ou sédiments ingérés.

La concentration des éléments traces dans les organismes est liée en première approximation à la concentration de ces derniers dans l'eau, mais de nombreux autres facteurs affectent leur biodisponibilité [4-5].

Un des challenges toujours d'actualité vise à définir plus précisément les éléments les plus "biodisponibles". Depuis quelques années, il est admis que la concentration seule ne suffit plus à prédire les niveaux d'assimilation et d'accumulation et que la spéciation doit être prise en compte tout particulièrement pour les éléments traces métalliques (ETM) [6].

Néanmoins, le lien direct entre spéciation, biodisponibilité et bioaccumulation reste à contraindre, tout particulièrement dans les environnements spécifiques comme les lacs de haute altitude. Dans le cas des modèles cinétiques biologiques d'accumulation, la spéciation est généralement prise en compte par le terme appelé "efficacité d'assimilation".

Des modèles plus récents de bioconcentration se révèlent assez performants pour les polluants hydrophobes [7-8], mais ils restent à les contraindre pour les ETM, en prenant en compte cette spéciation et en particulier le rôle de la fraction colloïdale (particules de taille inférieure à 0,1µm).

Le cas des chaines trophiques aquatiques de lacs d'altitude se révèle particulièrement bien adapté pour mieux aborder le transfert et la biodisponibilité d'éléments traces métalliques.

Ces lacs possèdent en effet des bassins versants très minéraux (i.e. les teneurs en dissous sont peu affectées par le cycle de la matière organique) et leurs chaines trophiques réduites ou simplifiées doivent s'adapter

rapidement aux variations physico-chimiques.

Sera présenté ici le cas de transfert trophique de plusieurs éléments dans les lacs d'Egorgeou et de Foréant, dans le Queyras. En termes de spéciation, le rôle possible de la fraction colloïdale sera illustré avec le cas du manganèse.

SESSION 4

Le Lac du Brévent (Réserve naturelle nationale des Aiguilles Rouges, Haute-Savoie) : influence des facteurs locaux, contribution aux changements globaux ?

Belle S. (1), Parent C. (1), Etienne D. (2), Millet L. (1), Verneaux V. (1), Magny M. (1)
(1) Laboratoire Chrono-environnement, Université de Franche-Comté
(2) UMR CARRTEL, Université de Savoie

Crédit photo : Fédération de pêche de Savoie

Le Lac du Brévent présente actuellement un état écologique dégradé marqué par une désoxygénation des couches profondes. Dans ce type de fonctionnement un processus particulier de dégradation de la matière organique parvenant au sédiment peut se mettre en place : c'est la méthanogénèse.

Ce processus aboutit à la production de méthane, puissant gaz à effet de serre. Partant de l'hypothèse que ce fonctionnement n'est pas considéré comme référence pour ce type de lac, l'approche paléolimnologique va nous permettre de connaitre la date de mise en place de ce phénomène et d'en comprendre les causes. Cette étude pluridisciplinaire vise à coupler :

- paléoentomologie (Chironomidae subfossile) = état d'oxygénation du lac,
- biologie moléculaire (ADN fossile de bactéries méthanotrophes) = oxydation du méthane,
- biogéochimie (isotope stable du carbone) = transfert du méthane dans les réseaux trophiques,
- palynologie (pollen et spores de champignons coprophiles) = pastoralisme,
- paléoclimatologie.

Les résultats sont attendus pour fin 2014.

SESSION 4

Les lacs de haute altitude : des milieux singuliers ou pluriels ?

Cavalli L. (1), Bertrand C. (1), Coulomb B. (2), Boudenne JL. (2), Jacquet S. (3), Rose J. (4), Moullec P. (5), Simonnet I. (1), Priour L. (1), Franquet E. (1)

(1) IMBE, Institut Méditerranéen d'Ecologie et de Biodiversité - Equipe Ecologie des Eaux Continentales, Marseille

(2) LCE, Laboratoire Chimie de l'Environnement - Equipe Développements métrologiques et Chimie des Milieux, Marseille

(3) INRA, UMR CARRTEL, Station d'Hydrobiologie Lacustre, Thonon les Bains

(4) CEREGE - Equipe InterfaST : InterfaceS et Transferts, Aix en Provence

(5) ONEMA, SD Hautes Alpes, Embrun

Les lacs de haute altitude, isolés des grands centres urbains, sont soumis à des contraintes fortes (altitude élevée, couverture de glace et de neige durant plusieurs mois par an). Ils abritent des réseaux trophiques simplifiés et constituent des marqueurs sensibles aux changements environnementaux. Très nombreux à l'échelle de l'arc alpin, mais difficiles d'accès, ils sont souvent considérés comme une seule et même unité fonctionnelle et la diversité de leurs caractéristiques n'est pas assez prise en compte.

Ces écosystèmes présentent pourtant des caractéristiques différentes (géologie du bassin versant, altitude, volume, profondeur...) et peuvent être sous la pression de facteurs locaux variables (pastoralisme, introduction de poissons). L'objectif de ce travail est d'évaluer l'impact fonctionnel des facteurs locaux dans un contexte de fortes contraintes climatiques. Il s'agit donc de tester si deux lacs proches géographiquement avec des caractéristiques différentes appartiennent à une unité fonctionnelle propre, c'est à dire s'ils présentent des caractéristiques de fonctionnement identiques.

Ce travail s'appuie sur un nombre important de variables biotiques et abiotiques (chimie de l'eau et des sédiments, benthos, microbiologie, virus, bactéries, phytoplancton, zooplancton, poissons) permettant une caractérisation détaillée de ces écosystèmes et de leur fonctionnement.

Les deux lacs examinés (Foréant et Egorgéou) situés l'un au-dessus de l'autre à l'intérieur d'un même bassin versant dans le Parc Naturel Régional du Queyras (Hautes-Alpes) diffèrent par leur altitude (Foréant, 2 620 m ; Egorgéou, 2 394 m), leur profondeur (22 # 12 m), leur superficie (5,5 # 3,9 ha) et la nature de leur bassin versant (120 # 370 ha de pelouses) avec des conséquences sur la pression pastorale.

Les résultats montrent que ces deux lacs présentent des fonctionnements différents. Les processus de contrôle de type "top-down" identiques entre les deux lacs ne permettent pas d'expliquer les différences observées. Ce sont donc des contrôles de type "bottom up" qui entrent en jeu. Le Lac Foréant, plus profond, plus volumi-

neux et avec un temps de renouvellement plus lent, est caractérisé par des biomasses phytoplanctoniques et un stockage des nutriments plus importants.

Au contraire, le Lac Egorgéou, avec un temps de renouvellement plus rapide, est caractérisé par des producteurs primaires plus diversifiés (phytoplancton & macrophytes) et une communauté phytoplanctonique moins dense. Ces résultats montrent donc que les contraintes climatiques extrêmes ne gomment pas l'influence des facteurs locaux. Il faut donc prendre en compte les caractéristiques fonctionnelles spécifiques de chaque unité pour appréhender les réponses de ces écosystèmes sentinelles aux changements locaux et globaux et ainsi mieux les gérer.

SESSION 5

Conservation activities of high altitude lakes in the Gran Paradiso National Park

Rocco Tiberti
University of Pavia, Gran Paradiso National Park

Stocking fish into once fishless high-altitude lakes is a misguided practice exacting a heavy toll on fragile alpine aquatic ecosystems. In the last years the impact of introduced brook trout (Salvelinus fontinalis) on the native communities of alpine lakes was extensively investigated (from 2006 to 2014) in the Gran Paradiso National Park (Western Italian Alps) by comparing the communities inhabiting stocked and naturally fishless lakes. Brook trout dramatically affect alpine lakes ecosystems causing the disappearance of many taxa and entire ecological groups, and potentially threatening some unique taxa, evolved thanks to the island-like nature of alpine lakes. The finding of two unique haplotypes of European Daphnia pulicaria in four naturally fishless lakes is emblematic of the importantance of alpine lakes as biodiversity reservoirs promoting intra-specific divergence

and even speciation. Thanks to the gained awareness of the naturalistic value of alpine lakes and of the potential impact of introduced fish, the Gran Paradiso National Park planned an extensive eradication program of introduced fish, within the project LIFE+ Bioaquae (Biodiversity Improvement of Aquatic Alpine Ecosystems) which involves the use of intensive gill netting as an effective and non-invasive eradication technique. The project is at its second year of field work, the first signals of the recovery of alpine lakes ecosystems are becoming evident and have been closely monitored in combination with the extinction process of introduced fish population.

SESSION 5

Typologie des lacs d'altitude gérés par EDF

Barillier A., Descloux S.
et Chanudet V.
Centre d'Ingénierie Hydraulique, EDF

La production d'électricité d'origine hydraulique représente en moyenne 9% de l'électricité produite par EDF en France.

Cela représente 20 GW de puissance installée, selon cinq types d'aménagements (lac : 8,8 GW, pompage : 4,3 GW, fil de l'eau : 3,6 GW, éclusée : 3,1 GW, marémoteur : 0,2 GW). Sur les 622 ouvrages hydroélectriques actuellement en exploitation permettant cette production, une grande majorité est située dans des zones de moyenne et haute altitudes.

Ces aménagements présentent des caractéristiques multiples allant par exemple, de grands réservoirs à stockage saisonnier à de simples prises d'eau sur des ruisseaux non pérennes. Tous les réservoirs d'eau ne sont pas nécessairement totalement artificiels ; des lacs naturels d'altitude sont également utilisés pour la production hydroélectrique par simple dérivation, piquage avec ou sans rehaussement de cote…

Ces lacs naturels sont toujours utilisés pour soutenir la production d'électricité en hiver, lorsque la demande est la plus importante ; leur remplissage s'effectue ensuite plus ou moins rapidement avec la fusion nivale printanière et ils ne sont en général plus utilisés en été et automne (lorsqu'ils retrouvent leur cote "haute"). L'étude qui est présentée ici permet dans un premier temps de répertorier ces ouvrages par grandes zones géographiques d'altitude puis de proposer une classification de ces ouvrages selon une typologie propre (type de lac, type d'aménagement, fonctionnement hydraulique, hydrologie, marnage, caractéristique des bassins versants...). Celle-ci permet notamment de recaler ces lacs d'altitude dans des typologies existantes (exemple : typologie de Martinot et Rivet, 1989). Les premiers résultats des suivis qualitatifs permettant de caractériser le fonctionnement physico-chimique et biologique de

ces écosystèmes sont également présentés.

Le fonctionnement de ces lacs d'altitude équipés est discuté au regard du fonctionnement des lacs naturels d'altitude de même "typologie" et permet de mettre en évidence les similitudes/différences entre eux. Ces premiers résultats permettent également de discuter du caractère "sentinelle" de ces "réservoirs" d'altitude.

SESSION 5

Fonctionnement biogéochimique des systèmes lacs-bassins versants d'altitude : pastoralisme, occupation du sol, activités piscicoles et refuges de montagne

Toury J., Arthaud F., Dambrine E.
Université de Savoie, UMR CARRTEL

Le désir d'étudier et de suivre l'évolution des lacs d'altitude vient d'un constat simple : depuis une vingtaine d'années, la majorité de ces lacs voit son niveau trophique augmenter. L'état des connaissances actuelles des systèmes lacs/bassins versants ne permet pas encore d'identifier l'influence des différents paramètres de forçage de l'eutrophisation. Depuis 2013, une importante étude, portant sur plus de 70 systèmes, vise à caractériser l'influence des facteurs biotiques (faune et flore terrestre et aquatique et activités anthropiques) et abiotiques (altitude, climat, apports atmosphérique et géologie) dans le processus d'eutrophisation ; l'objectif étant d'établir

une typologie des lacs d'altitude. La contribution à cette étude a permis de recueillir des informations concernant le tourisme, les activités pastorales et piscicoles, la géologie et la végétation sur l'ensemble de ces lacs.

SESSION 5

La température de l'eau de surface des lacs alpins à partir des archives d'images infrarouges thermiques LANDSAT : influence des sources de données de vapeur d'eau atmosphérique ?

Pierre-Alain DANIS (1), Thierry TORMOS (2), Ricardo SIMON (3), Nathalie REYNAUD (4), Delphine REBIERE (4), Philippe MOULLEC (5), Laurent CAVALLI (6), Clotilde SAGOT (7), Clotilde DUBOIS (8), Martin DAUFRESNE (3) & Jean-Marc BAUDOIN (1)

(1) Onema, Pôle Onema-Irstea Hydroécologie des Plans d'Eau, Aix-en-Provence, France
(2) Onema, Pôle Onema-Irstea Hydroécologie des Cours d'Eau, Lyon, France
(3) Irstea, Pôle Onema-Irstea Hydroécologie des Cours d'Eau, UR MALY, Villeurbanne, France
(4) Irstea, Pôle Onema-Irstea Hydroécologie des Plans d'Eau, UR HYAX, Aix-en-Provence, France
(5) Onema, Service Départemental des Hautes-Alpes - Entraigues, Embrun, France
(6) UMR IMBE - Equipe Ecologie des eaux continentales Aix Marseille Université - Centre St Charles, Marseille, France
(7) Parc National des Ecrins, Gap, France
(8) CNRM/GMGEC/EAC, Météo France, Toulouse, France

La température de l'eau est un élément déterminant du fonctionnement thermodynamique (stratification-mélange) des plans d'eau. Le suivi de cette température se fait généralement par des mesures ponctuelles dans le temps et/ou par l'installation de sonde pour un suivi en continu. Spatialement, le suivi de la température est généralement négligé et les mesures ponctuelles sont extrapolées à l'ensemble de la masse d'eau. Aujourd'hui, les variabilités spatiales de la température peuvent être appréhendées en surface par les images infrarouges thermiques LANDSAT. Afin d'être pleinement exploitables, les images doivent cependant être principalement corrigées des effets atmosphériques. Sera présenté ici la validation de l'algorithme de correction mono-canal pour images infrarouges thermiques tel que proposé par Jiménez-Muñoz et al. (2009) avec des données provenant de deux réservoirs d'eau douce français et des données atmosphériques de teneur en vapeur d'eau de ECMWF ERA-Interim (i.e. avec une résolution spatiale de 50 km). Les résultats obtenus sont satisfaisants et, conformément à la littérature, les valeurs de r^2 sont au-dessus de 0,90 et les valeurs du carré de l'erreur quadratique moyenne sont comprises entre 1 et 2° C. Cependant, l'utilisation dans ces zones de montagne de données plus précises de teneur en vapeur d'eau telles que celles de ECMWF ERA-Interim 25 km et 12,5 km, ou celles de Météo France ALADIN-Climat 12 km et AROME 2,5 km devraient permettre de montrer que la précision du suivi de la température de surface des plans d'eau d'altitude par LANDSAT peut être améliorée. Plus généralement, cette étude laisse entrevoir d'importantes perspectives pour le suivi de l'évolution thermique des lacs sentinelles et la compréhension des trajectoires écologiques de ces écosystèmes patrimoniaux.

CONTACT

Carole Birck
Asters, Conservatoire d'espaces naturels de Haute-Savoie
Coordination du réseau "Lacs sentinelles"
84 route du Viéran - P.A.E de Pré-Mairy
74370 Pringy
04 50 66 92 53
carole.birck@asters.asso.fr

PROGRAMME "OBSERVATOIRE DES LACS D'ALTITUDE" CO-FINANCÉ PAR :

Crédits photos :
ASTERS
Conception du texte :
ASTERS
Conception graphique :
poppy jikko
www.poppyjikko.com

réseau LACS sentinelles

COUPON D'INSCRIPTION

A renvoyer à Carole Birck, par mail avant le 15 octobre (places limitées) :
carole.birck@asters.asso.fr

Nom : .....

Prénom : .....

Structure : .....

Mail : .....

Tél : .....

☐ participera aux rencontres les 27 et 28 novembre 2014

☐ participera seulement aux rencontres le 27 novembre 2014

☐ participera seulement aux rencontres le 28 novembre 2014

☐ souhaite la réservation d'une chambre d'hôtel pour la nuit du 27 au 28 novembre -Hotel B&B du Tholonet- (non pris en charge par les organisateurs) :

- ☐ en chambre individuelle (56 €)
- ☐ en chambre double (prix à partager)

☐ souhaite participer au repas du 27 novembre au soir (pris en charge par les organisateurs)

INFORMATIONS PRATIQUES

PÔLE PLAN D'EAU DE L'ONEMA/IRSTEA

3275 route de Cézanne

13100 Le Tholonet

GPS : 43°31'24.20"N et 5°30'46.77"N

04 42 66 99 10

HÔTEL B&B

400 allée François Aubrun

13100 Le Tholonet

GPS : 531 avenue Paul Julien

08 92 70 25 05

http://www.hotel-bb.com/fr/hotels/aix-en-provence-le-tholonet.htm

Nom	Prénom	Tutelle	Structure	Coordonnées
Albert	Christophe		Parc national des Ecrins	christophe.albert@ecrins-parcnational.fr
Angeletti	Bernard	Aix-Marseille Université	CEREGE	angeletti@cerege.fr
Archimbaud	Philippe		Parc national du Mercantour	philippe.archimbaud@mercantour-parcnational.fr
Argillier	Christine		IRSTEA	christine.argillier@irstea.fr
Arthaud	Florent	Université de Savoie	CARRTEL	florent.arthaud@univ-savoie.fr
Augé	Vincent		Parc national de la Vanoise	vincent.auge@parcnational-vanoise.fr
Barillier	Agnès	EDF	EDF-CIH (centre d'ingéniérie hydraulique)	agnes.barillier@edf.fr
Baudoin	Jean-Marc	ONEMA/IRSTEA	ONEMA/IRSTEA	jean-marc.baudoin@irstea.fr
Bertrand	Céline	Aix-Marseille Université	IMBE	celine.bertrand@univ-amu.fr
Birck	Carole		Asters	carole.birck@asters.asso.fr
Bonet	Richard		Parc national des Ecrins	richard.bonet@ecrins-parcnational.fr
Bourguetou	Guillaume	Agence de l'eau	Agence de l'eau Adour Garonne	guillaume.bourguetou@eau-adour-garonne.fr
Boutrif	Mehdi	ONEMA/IRSTEA		
Bruel	Rosalie	Université de Savoie	EDYTEM	rosaliebruel@yahoo.fr
Cavalli	Laurent	Aix-Marseille Université	IMBE	laurent.cavalli@imbe.fr
Chanudet	Vincent	EDF	EDF-CIH (centre d'ingéniérie hydraulique)	vincent.chanudet@edf.fr
Chaurand	Perrine	Aix-Marseille Université	CEREGE	chaurand@cerege.fr
Conraud	René		ONEMA 05	sd05@onema.fr
Coulomb	Bruno	Aix-Marseille Université	Laboratoire de Chimie de l'Environnement	bruno.coulomb@univ-amu.fr
Crassous	Claire		Parc national du Mercantour	claire.crassous@mercantour-parcnational.fr
Danis	Pierre-Alain		ONEMA/IRSTEA	pierre-alain.danis@onema.fr
Descloux	Stéphane	EDF	EDF-CIH (centre d'ingéniérie hydraulique)	stephane.descloux@edf.fr
Dublon	Julien		ONEMA/IRSTEA	julien.dublon@irstea.fr
Etienne	David	Université de Savoie	CARRTEL	david.etienne@univ-savoie.fr
Forber	Tania		Hepia	Tania.Ferber@unil.ch
Franquet	Evelyne	Aix-Marseille Université	IMBE	evelyne.franquet@imbe.fr
Heuret	Julien		Asters	jules.heuret@asters.asso.fr
Horon	Frank		Asters	frank.horon@asters.asso.fr
Jacquelet	Isabelle	EDF	EDF Bassin RMC	isabelle.jacquelet@edf.fr
Jacquemin	Coralie		Parc national du Mercantour	
Lamouille-Hébert	Marie		FRAPNA Haute-Savoie	marie.hebert@frapna.org
Leccia	Marie-France		Parc national du Mercantour	marie-france.leccia@mercantour-parcnational.fr
Levard	Clément	Aix-Marseille Université	CEREGE	levard@cerege.fr
Marchand	Céline	IRSTEA	IRSTEA	Celine.Marchand@irstea.fr
Moullec	Philippe		ONEMA 05	sd05@onema.fr
Nellier	Yann	Université de Savoie	LCME	yann.nellier@univ-savoie.fr
Nicolas	Delphine	ONEMA/IRSTEA	ONEMA/IRSTEA	delphine.nicolas@irstea.fr
Ollieu	Eric		Parc national des Ecrins	eric.ollieu@ecrins-parcnational.fr

Nom	Prénom	Tutelle	Structure	Coordonnées
Oursel	Benjamin	Aix-Marseille Université	IMBE	benjamin.oursel@imbe.fr
Perga	Marie Elodie	INRA	INRA CARRTEL	marie-elodie.perga@thonon.inra.fr
Poupault	Jacky		ONEMA 05	sd05@onema.fr
Prats-Rodríguez	Jordi		IRSTEA	Jordi.Prats@irstea.fr
Rebière	Delphine	ONEMA/IRSTEA	ONEMA/IRSTEA	delphine.rebiere@irstea.fr
Reynaud	Nathalie		IRSTEA	Nathalie.Reynaud@irstea.fr
Richard-Pomet	Jean-José		Asters	jean.jose.rp@asters.asso.fr
Rollet	Sylvain		Parc national des Pyrénées	pnp.rollet@espaces-naturels.fr
Rose	Jérome	Aix-Marseille Université	CEREGE	rose@cerege.fr
Roubeix	Vincent		IRSTEA	Vincent.Roubeix@irstea.fr
Sagot	Clotilde		Parc national des Ecrins	clotilde.sagot@ecrins-parcnational.fr
Schlosser	Caroline	Agence de l'eau	AERMC Délégation Rhône Alpes	caroline.schlosser@eaurmc.fr
Soureillat	Aude		Asters	aude.soureillat@asters.asso.fr
Telmon	Jean-Philippe		Parc national des Ecrins	jean-philippe.telmon@ecrins-parcnational.fr
Théraulaz	Frédéric	Aix-Marseille Université	Laboratoire de Chimie de l'Environnement	frederic.theraulaz@univ-amu.fr
Tiberti	Rocco		Parc national du Grand Paradis	rocco.tiberti@gmail.com
Tormos	Thierry		ONEMA	thierry.tormos@onema.fr
Vidal	Javier		CIH	javier.vidal-hurtado@edf.fr
Weeger	Chloé		Asters	chloe.weeger@asters.asso.fr
Westrelin	Samuel		IRSTEA	

Le réseau Lacs sentinelles reçoit le soutien financier de :